

(Reference 5)

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-211732

(43)Date of publication of application : 20.08.1993

(51)Int.Cl.

H02J 9/06

H02J 9/06

H01L 39/14

H02J 3/50

H02J 15/00

(21)Application number : 04-174307

(71)Applicant : SUPERCONDUCTIVITY INC

(22)Date of filing : 01.07.1992

(72)Inventor : KIM SANG H  
KOEPE PAUL F  
DEWINKEL CAREL C

(30)Priority

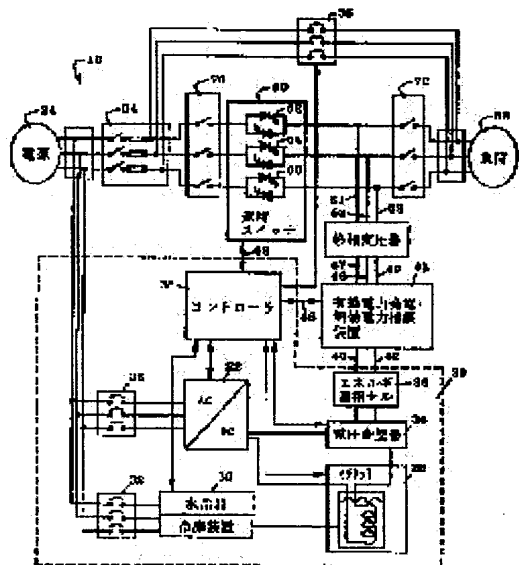
Priority number : 91 724409 Priority date : 01.07.1991 Priority country : US

### (54) PARALLEL CONNECTION POWER STABILIZER

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To prevent instantaneous power interruption by connecting a superconducting power stabilizer in parallel with a circuit breaker and a disconnector interposed between a power system and a load and supplying power stored in a superconducting induction energy storage unit to the load in case of voltage drop or power interruption.

**CONSTITUTION:** Power is fed from a power supply 24 through a switch 54, disconnectors 70, 72 and a circuit breaker 60 to a load 58. A superconducting power backup/recovery unit 20 is connected in parallel between the power supply 24 and the load 58 through a phase shift transformer and an effective power generator/reactive power compensator 44. The unit 20 converts 22 AC power from the power supply 24 into DC power which is stored in a retriggerated 30 superconducting magnet 28. A voltage regulator 34 controls power storage in the superconducting magnet 28 and power supply to an energy storage cell 36. A controller 38 detects power supply voltage drop or power interruption and opens an interruption switch 60 to supply power from the energy storage cell 36 to the load 58 and/or the



power supply 24 through the effective power generator/reactive power compensator 44 and a phase shift transformer 50 thus preventing instantaneous power interruption.

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-211732

(43)公開日 平成5年(1993)8月20日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 J 9/06	5 0 4 B	8021-5G		
	5 0 5 Z	8021-5G		
H 0 1 L 39/14	Z A A Z	8728-4M		
H 0 2 J 3/50	Z A A C	7373-5G		
15/00	Z A A B	9061-5G		

審査請求 有 請求項の数8(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平4-174307

(22)出願日 平成4年(1992)7月1日

(31)優先権主張番号 7 2 4 4 0 9

(32)優先日 1991年7月1日

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 592142717

スーパーコンダクティビティ、インコーポ  
レイティド

アメリカ合衆国、ウィスコンシン 53562,  
ミドルトン、イーグル ドライブ 2114

(72)発明者 サン エイチ. キム

アメリカ合衆国、ウィスコンシン、マジソ  
ン、サウス パーベリー ドライブ 2

(72)発明者 ボール エフ. ケップ

アメリカ合衆国、ウィスコンシン、クロス  
ブレインズ、プレヴェリー ロード  
2825

(74)代理人 弁理士 青木 朗 (外4名)

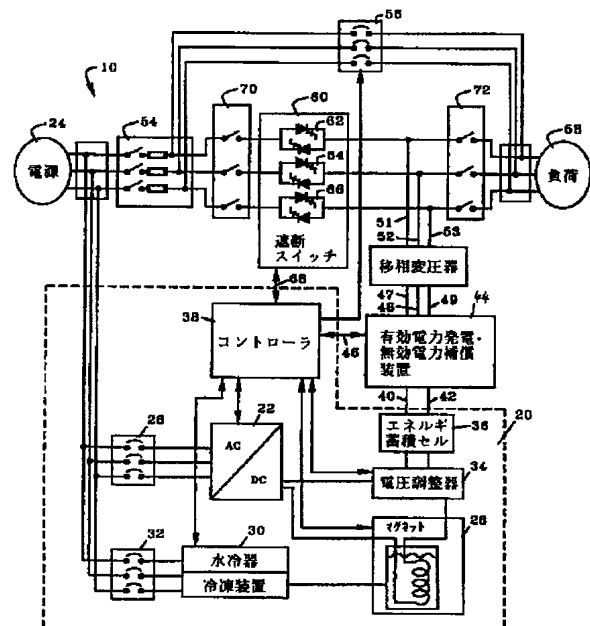
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 並列接続電力安定化装置

(57)【要約】

【目的】 本発明は、1以上の交流(または直流)負荷のみ、または該負荷と電源との両方に電力を供給するための遮断スイッチを備えた並列接続超伝導電力安定化装置に関し、電圧低下や瞬間停電の際、負荷に電力を安定に供給すると共に、遮断スイッチによって負荷を電源から迅速に切り離すようにすることを目的とする。

【構成】 遮断スイッチを有し、蓄積した電力を負荷、ユーティリティ系統、電源などに供給し、電力バックアップ・復旧装置は、超伝導磁石にエネルギーを蓄積し、蓄積したエネルギーを有効電力・無効電力発電機に与え、この有効電力・無効電力発電機は、負荷のみ、または負荷と電源との両方に電力を供給し、電圧低下または停電の期間中、遮断スイッチは電源から対象負荷を切り離し、該負荷のみに電力を供給して電力障害を乗り切るようにし、電力安定化装置から対象負荷のみに電力を供給することで小型の超伝導磁石を使用できるように構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 超伝導誘導エネルギー蓄積装置と、電力系統に接続した入力端末と、出力端末と、制御信号を伝送する制御端末手段とを有し、前記超伝導誘導エネルギー蓄積装置に直流電力を蓄積すると共に蓄積した直流電力を放出する、電力バックアップ・復旧手段と、前記電力系統と負荷とを接続して両者間に電流路を提供すると共に、前記制御端末手段に接続し、前記負荷を前記電力系統から切り離す機能を果たす、遮断スイッチング手段と、前記電力バックアップ・復旧手段の前記出力端末に接続した入力線と、前記遮断スイッチング手段と前記負荷との間において前記遮断スイッチング手段に接続した出力線と、前記制御端末手段に接続し制御信号を伝送する制御線手段とを有し、直流から発電を行う、発電手段とを備え、前記負荷への電力供給を支援すると共に該負荷を前記電力系統から切り離すことにより、または前記電力系統と前記負荷とに同時に電力を供給することにより、前記電力系統とそれに接続する前記負荷との動作を安定させる、並列接続電力安定化装置。

【請求項2】 前記発電手段が有効電力を発電する手段を含む、請求項1記載の並列接続電力安定化装置。

【請求項3】 前記発電手段が無効電力を発電する手段を含む、請求項1記載の並列接続電力安定化装置。

【請求項4】 前記遮断スイッチング手段が、前記電力系統の各線に接続した遮断スイッチを備える、請求項1記載の並列接続電力安定化装置。

【請求項5】 前記遮断スイッチが1対の背向ゲートターンオフデバイスまたはサイリスタを備える、請求項1記載の並列接続電力安定化装置。

【請求項6】 超伝導誘導エネルギー蓄積装置と、3相電力系統に接続した入力端末と、出力端末と、制御信号を伝送する制御端末手段とを有し、前記超伝導誘導エネルギー蓄積装置に直流電力を蓄積すると共に蓄積した直流電力を放出する、電力バックアップ・復旧手段と、前記3相電力系統と負荷とを接続して両者間に電流路を提供すると共に、前記制御端末手段に接続し、前記負荷を前記3相電力系統から切り離す機能を果たす、遮断スイッチング手段と、前記電力バックアップ・復旧手段の前記出力端末に接続した入力線と、前記遮断スイッチング手段と前記負荷との間において前記遮断スイッチング手段に接続した出力線と、前記制御端末手段に接続し制御信号を伝送する制御線手段とを有し、直流から有効電力と無効電力とを発電する、有効電力・無効電力発電手段とを備え、前記負荷への電力供給を支援すると共に該負荷を前記3相電力系統から切り離すことにより、または前記3相電力系統と前記負荷とに同時に電力を供給することにより、前記3相電力系統とそれに接続する前記負荷との動

作を安定させる、並列接続電力安定化装置。

【請求項7】 前記遮断スイッチング手段が、前記3相電力系統の各線に接続した遮断スイッチを備える、請求項6の並列接続電力安定化装置。

【請求項8】 前記遮断スイッチが1対の背向ゲートターンオフデバイスまたはサイリスタを備える、請求項7の並列接続電力安定化装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

10 【産業上の利用分野】本発明は、1以上の交流（または直流）負荷のみ、または該負荷と電源との両方に電力を供給するための遮断スイッチを備えた並列接続電力安定化装置に関する。特に、本発明は、電圧低下や瞬間停電の際、負荷に電力を供給すると共に、遮断スイッチによって負荷を電源から切り離すために超伝導を利用した電力安定化装置に関する。この超伝導電力安定化装置は、電源が電圧低下や瞬間停電から回復するまで、負荷と電源とに同時に電力を供給することもできる。

【0002】

20 【従来の技術、および発明が解決しようとする課題】従来超伝導エネルギー蓄積装置は、交流系統からの電気を蓄積すると共に、蓄積した電気を該交流系統に戻すように構成されている。代表的な装置は、電力需要が少なく余裕電力がある期間に電力を蓄積し、電力需要が高まると蓄積した電力を電力系統に戻す。

30 【0003】この種の装置の例として、ピーターソン（Peterson）等の米国特許第4,122,512号は、可逆交直変換器を使用し、交流系統からの交流を直流に変換し、それを超伝導磁石に蓄積し、蓄積した直流を再び交流に変換して前記交流系統に戻す。この装置は、交流系統に対して効率的な電力の蓄積および放出を行うが、負荷へ電力を直接供給することはない。ヒガシノ（Higashino）による米国特許第4,695,932号は、超伝導エネルギー蓄積回路を開示する。この回路は3相交流を直流に変換し、それを超伝導エネルギー蓄積コイルに蓄積する。直流コンデンサとチョッパ回路とを使用し、超伝導エネルギー蓄積コイル内の直流の量を制御する。この構成は、コイルの電流定格によって決まる供給能力に応じ、交流供給機器と変換器との電流容量を減少できるうえ、運転損失を削減できる。

40 【0004】これら従来の超伝導エネルギー蓄積装置は、電力系統に対して効率的に電気を蓄積し再供給するが、電力系統から負荷を切り離したり、蓄積した電力を負荷に直接供給することはない。このため従来装置は、電力系統および該電力系統に接続する全負荷を支援するに十分な発電を行わねばならない。このような高レベルの支援を実現するため、従来の超伝導エネルギー蓄積装置は、電源容量および電力容量を大きくする必要があり、物理的にも巨大とならざるを得なかった。

50 【0005】スーパーコンダクティビティ（Super

conductivity)社のビセル(Visser)等に1990年10月9日に付与された米国特許第4,962,354号は、超伝導電圧安定器を開示する。この装置は、交直変換器と電圧調整器とエネルギー蓄積セルと超伝導エネルギー蓄積コイルとを備え、交流を直流に変換し、それを超伝導エネルギー蓄積コイルに蓄積する。蓄積した直流電力をエネルギー蓄積セルに転送し、その蓄積セルから負荷に電力を供給する。負荷へ供給する電力を負荷の電力要求に応じて制御することにより、負荷の動作を維持する。本発明は、この米国特許第4,962,354号を参照している。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明に基づく遮断スイッチを有する並列接続超伝導電力安定化装置は、電力システムまたは電源線に接続すると共に、該電力システムから電力を受ける少なくとも1つの交流または直流負荷に接続する。この並列接続超伝導電力安定化装置は、超伝導誘導エネルギー蓄積装置に電力を蓄積し、電圧低下および停電の際、蓄積した電力を前記負荷のみに、または該負荷と電力システムとに同時に供給する。この電力の供給は、ほぼ瞬時に行われる。

【0007】前記遮断スイッチは、ユーティリティ(Utility)システムから対象負荷を切り離し、該負荷のみに電力を供給し、その動作を続行させる。このため負荷は、一時的な電圧障害を乗り切ることができる。このように実質的に負荷を切り離すことによって、電力システムを支援し電圧低下や瞬間停電から回復させる。前記遮断スイッチを作動させなければ、負荷と電源との両方に電力を提供することもできる。

【0008】電圧低下や瞬間停電が発生すると、並列接続電力安定化装置の遮断スイッチは、電源から対象負荷を切り離すと同時に、該負荷に電力を供給し始める。電源からの負荷の切り離しは、数分の1ミリ秒で完了する。これを実現するため、前記遮断スイッチはサイリスタを備える。これらサイリスタは、直交変換器の出力によって逆バイアスし、障害が発生すると自動的にオフのままとなる。前記遮断スイッチのサイリスタはGTOでも良い。この場合、障害発生時にゲート信号を送ってはいらない。電源が復旧すると、有効電力発電・無効電力補償装置はその出力と電源との同期を取り、遮断スイッチはオンする。

【0009】本発明の並列接続超伝導電力安定化装置は、負荷のみ、または該負荷とユーティリティシステムとの両方に電力を供給すべく迅速に応答し、長時間にわたって確実に動作する。この装置の超伝導磁石は耐久性があり、サイズにもよるが、毎分約1回の充放電を行う。寿命は極めて長く、少なくとも100万回の充放電ができる。

【0010】本発明の並列接続超伝導電力安定化装置は、ユーティリティシステムにバックアップ電力を供給する

と同時に負荷にも電力を供給できる。この場合、遮断スイッチのサイリスタを連続作動させ、電源線と負荷との両方に電力を供給する。有効電力発電・無効電力補償装置は、負荷および電源線に有効電力を供給すると共に、一次電源に連続的に無効電力支援を行う。有効電力発電・無効電力補償装置は、無効電力補償モードにおいて、100%進みから100%遅れまでの負荷無効電力変化を1サイクル以下で補償する。

【0011】電圧低下または瞬間停電の期間中、有効電力発電・無効電力補償装置は、電力バックアップ・復旧装置から電力を受け、負荷に有効電力を供給する。負荷のみへの電力の供給は、遮断スイッチを使用して行う。実際には、該遮断スイッチは、電圧低下または停電の間、電源から対象負荷を切り離す。この遮断スイッチが無いと、超伝導エネルギー蓄積装置は、対象負荷だけでなく、電力システムに接続する障害を発生させた装置も含めた全装置を支援しなければならない。これは大電流を必要とするため、装置は巨大になり実用的でなくなる。遮断スイッチによって負荷を切り離すようにすれば、比較的小型の超伝導磁石で十分となり、遮断スイッチが無い場合に必然的に超伝導磁石が大型となって極めてコストが高くなるのに反し、経済的な装置を実現できる。また超伝導磁石は、例えばバッテリーなど他のエネルギー蓄積装置に比べ、物理的空間を占める割合も比較的小さい。

【0012】

【実施例】図1は本発明の1実施例に基づく、遮断スイッチを有する並列接続超伝導電力安定化装置10を示す。この装置は超伝導電力バックアップ・復旧装置20を有する。該装置20は、電力を蓄積し、少なくとも1つの負荷のみ、または該負荷と交流(または直流)電源との両方に、蓄積した電力を供給する。超伝導電力バックアップ・復旧装置の1例はビセル等の米国特許第4,962,354号が開示しており、本発明はこの米国特許第4,962,354号を参照している。電力バックアップ・復旧装置20は、交直変換器22を含む。交直変換器22は、複数の電磁遮断器26を介して電源24に接続する。交直変換器22は、電源24から3相電力を受け、それを直流に変換する。変換した直流電力は、超伝導電力誘導エネルギー蓄積装置28または超伝導磁石(マグネット)に蓄積する。この詳細は当業者に公知である。複数の遮断器26は、保守またはテスト時に電源24から交直変換器22を切り離す。

【0013】水冷却冷凍器30は、複数の遮断器32を介して電源24に接続する。水冷却冷凍器30は、超伝導磁石28の温度を維持するための冷凍装置と、超伝導電力安定化装置が使用する各種高出力電子機器を冷却するための水冷器とを含む。電力バックアップ・復旧装置20は電圧調整器34を含む。電圧調整器34は、交直変換器22と超伝導磁石28とに接続し、超伝導磁石28への電気の蓄積と該磁石からの電気の供給とを制御す

る。電圧調整器34はスイッチング回路を備える。本実施例において、このスイッチング回路は、閉じた場合に超伝導磁石28に電力を蓄積し、開いた場合に該超伝導磁石28からエネルギー蓄積セル36に電力を供給する。エネルギー蓄積セル36は電圧調整器34に接続する。エネルギー蓄積セル36は、超伝導磁石28から得た電力を蓄積し、装置の他の部分にその電力を供給する。エネルギー蓄積セル36は、コンデンサバンクで形成でき、電圧調整器34の一部として、または有効電力発電・無効電力補償装置44の一部として内蔵できる。有効電力発電・無効電力補償装置44の詳細は後述する。

【0014】制御器38（コントローラ）は、電力の蓄積および供給に関する各部の動作を制御する制御回路を備える。交直変換器22と超伝導磁石28と電圧調整器34とは、各制御線を介して制御器38に接続する。これら制御線は、各機器の状態をモニタすると共に制御情報を各機器に送る。図には1本の制御線しか示していないが、各機器への制御線の数、当業者には明かなように、必要に応じて選択する。電力バックアップ・復旧装置20とエネルギー蓄積セル36とを含むこれら装置の動作は、前記参照特許に説明されている。

【0015】電力バックアップ・復旧装置20は1対の出力線40、42を含む。これら出力線は有効電力発電・無効電力補償装置44に接続する。制御線46は制御器38と有効電力発電・無効電力補償装置44とを接続し、該装置44の機能をモニタし制御する。有効電力発電・無効電力補償装置44は、3本の出力線47、48、49を介して移相変圧器50に接続する。移相変圧器50は、線51、52、53を介してエネルギー蓄積セル36に蓄積した電力を少なくとも1つの負荷、あるいは該負荷とユーティリティ電源との両方に送る。

【0016】有効電力発電・無効電力補償装置44は、有効電力と無効電力とを発生する。電圧低下や瞬間停電が生じた場合、有効電力発電・無効電力補償装置44は、電力バックアップ・復旧装置20によって駆動され、負荷に対して有効電力および無効電力を提供する。電力系統が通常に動作している場合、有効電力発電・無効電力補償装置44は、無効電力を発生しあるいは無効電力補償を行い、電源24を連続的に支援する。この無効電力補償モードは、100%進みから100%遅れまでの負荷の無効電力変化を交流の1サイクル内で補償する。

【0017】有効電力発電・無効電力補償装置44はインバータを含む。これらインバータは、エネルギー蓄積セル36が蓄積しているエネルギーを交流に変換する。この詳細は当業者に公知である。

【0018】無効電力補償の場合、移相変圧器50を調整し、有効電力発電・無効電力補償装置44（詳細は図4および5を参照して後述する）が内蔵するインバータの出力電圧レベルを調整する。これによって該インバー

タから電源24の電圧より高いあるいは低い出力電圧を提供する。これら出力は、進み無効電力および遅れ無効電力を各々提供する。

【0019】電源24は数個のスイッチを介して移相変圧器50の出力線51、52、53に接続する。過電流防止スイッチ54は、3相電源の各線に接続した3個の過電流防止器を有する。過電流防止スイッチ54には保守用機械電気式バイパススイッチ56が接続する。3相電源線は、バイパススイッチ56を介して負荷58と接続する。バイパススイッチ56は、保守または修理期間中および負荷側における何等かの障害状態中、並列接続電力安定化装置をバイパスし、電源24と負荷58とを直接接続する。

【0020】遮断スイッチ60は、電源24と負荷58とを接続すると共に、電源24と移相変圧器50の各線51、52、53とを接続する。遮断スイッチ60は、第1スイッチ62と第2スイッチ64と第3スイッチ66とを備える。これらスイッチは、負荷58への3相電源線と移相変圧器50の各線51、52、53とを各々接続する。第1～第3スイッチ62、64、66の各々は、1対の背向半導体制御整流器（サイリスタまたはゲートターンオフデバイス（GTO））を有する。これら整流器のゲートは、図では1本線で示す制御線68を介して制御器38と接続する。遮断スイッチ60の各要素は、無停電電源装置（UPS）などに適用される市販品である。このスイッチは通常開いた状態になっており、無停電電源装置が停電を検出した場合のみ閉じる。この動作は図1のスイッチ56と同じである。

【0021】第1断路器70と第2断路器72は、電源24と負荷58とを接続する3相線に配置する。第1断路器70は過電流防止スイッチ54と遮断スイッチ60との間に配置し、第2遮断路72は負荷58と移相変圧器50の線51、52、53との間に配置する。第1および第2断路器70、72は、超伝導電力安定化装置の動作中は閉じている。これら断路器70、72は、制御線（図示せず）または当業者に公知の機械動作を通じて制御器38により制御される。

【0022】遮断スイッチ60は第1モードまたは第2モードで動作する。第1モードにおいて、遮断スイッチ60は、電源24から負荷58を切り離し、電力バックアップ・復旧装置20と有効電力発電・無効電力補償装置44と移相変圧器50とから負荷58のみに電力を供給させる。第2モードにおいて、遮断スイッチ60は、電力バックアップ・復旧装置20と有効電力発電・無効電力補償装置44と移相変圧器50とから、電源24と負荷58とに同時に電力を供給させる。

【0023】前記第1モードにおいて、遮断スイッチ60は、内蔵するスイッチング素子の特性により、数分の1ミリ秒内に回路を遮断する。第1～第3スイッチ62、64、66のGTOは、有効電力発電・無効電力補

償装置44の電圧出力が電源電圧より高いと、逆バイアス状態を維持する。当業者には公知のように、これらスイッチは、半導体制御整流器またはサイリスタによっても構成できる。この場合、各スイッチは自動的に整流されてオフを維持し、電源24から負荷58を切り離す。

【0024】第1モードで遮断スイッチ60を使用する場合、負荷58のみに電力を供給するので、比較的小型の例えば定格250ワット時の超伝導磁石を使用できる。これは、経済的設計を可能にするばかりでなく、非超伝導エネルギー蓄積装置よりも小型の装置を実現する。電圧低下または停電の間、超伝導磁石は対象負荷のみを支援する。遮断スイッチ60は、有効電力発電・無効電力補償装置44のインバータが有効電力発電機として働くよう、電圧低下や瞬間停電を引き起こした電源線から負荷58をスムーズに切り離す。遮断スイッチ60が無いと、有効電力発電・無効電力補償装置44は、小型磁石では負荷58に十分な有効電力を供給できず、無効電力補償と有効電力支援とのスムーズな移行を提供できない。

【0025】超伝導誘導エネルギー蓄積装置28は、瞬間停電の期間中、対象負荷を支援する。この時、遮断スイッチ60は電源24から負荷58を切り離す。これにより有効電力および無効電力負荷が減り、電力系統の他の部分の電圧が上昇する。この電圧上昇は、電力系統の他の負荷を停止させずに維持し得る。これが本発明の並列接続電力安定化装置の特徴の1つである。このように本装置は、負荷が停電などの障害を乗り越えることを助け、電力系統の電圧を安定させる。

【0026】これに必要な超伝導磁石は比較的小型でよく、これが経済的な装置を実現する。遮断スイッチ60を用いない場合、電源線と負荷との両方を支援しなければならず、極めて大型の磁石が必要となり、コストを大きく引き上げてしまう。遮断スイッチ60を使用すれば、電源線と負荷との両方を支援する場合に必要なメガワット時の範囲の容量を、必要に応じてキロワット時の範囲に縮小できる。

【0027】図2は、3相電源によるサイリスタの同期動作を示す。同図上部は、3相電源の各線の正弦波形である。各波形A、B、Cは、遮断スイッチ60の第1～第3スイッチ62、64、66を通る3相線の各対応する相の電圧を示す。4番目の正弦波形Iaは、電源24から負荷58に至る第1スイッチ62を通る線電流である。

【0028】3相波形の下部に示すのは、第1スイッチ62のサイリスタのゲート動作である。このゲート動作は、電圧ではなく線電流Iaに同期する。第1スイッチ62の上部サイリスタは線Dで示すように動作し、第1スイッチ62の下部サイリスタは線Eで示すように動作する。第2および第3スイッチ64、66の各サイリスタも同様に動作する。

【0029】第2モードにおいて、本装置は電源線と負荷とに同時に電力を供給する。この場合、遮断スイッチ60の各サイリスタは連続動作し、電源と負荷とを逆転させる。この結果、電力バックアップ・復旧装置20は、負荷と電源とを同時にバックアップする。電源24が通常の動作モードに戻ると、有効電力発電・無効電力補償装置44はその出力を電源線に同期させ、遮断スイッチ60は負荷と電源とを再接続する。

【0030】図3は、第2モードにおけるサイリスタの動作を示すタイミング図である。各波形の符号は図2と同一である。ただし電流Ia'は、遮断スイッチ60を介する電力バックアップ・復旧装置20から電源24への電流である。つまりIa'の方向はIaと逆である。前記したように、サイリスタのゲート動作は、線電流と同期して行われる。

【0031】有効電力発電・無効電力補償装置44は、線電圧の値よりも高いまたは低い値において出力電圧を供給し、それによって進みまたは遅れ無効電力を提供する。図4に示すように、有効電力発電・無効電力補償装置44のインバータ74、76は、移相変圧器50を構成する移相変圧器78、80に基づいて調整される。通常運転の場合、エネルギー蓄積セル36のコンデンサ81A～81Dは、電源から充電される。インピーダンス（有効電力発電・無効電力補償装置44の出力において使用される移相変圧器78、80のインダクタまたは漂遊インダクタンスであり、通常12パルス以上）は、スイッチング素子および変圧器自体のdi/dtを制限し、無効電流を制御可能にする程度に十分大きくなければならない。

【0032】図5は、有効電力発電・無効電力補償装置44のインバータを駆動するためのパルス幅変調(PWM)波形を示す。PWMインバータからより高いまたは低い電圧を提供するには、インバータが内蔵するスイッチのパルス幅を変化させる。実際には、例えばアーク炉や大型モータなどの誘導負荷を制御したり、無効電力補償コンデンサをオン・オフする場合、無効電力要求は極めて早く変化する(2～3ミリ秒以下)。高出力(通常250kW以上)インバータに使用するソリッドステートスイッチは、このような早い無効電力変化に応答できない。しかし電力バックアップ・復旧装置20は、数ミリ秒内にエネルギー蓄積セルまたはコンデンサバンクを要求値に充電できる。遮断スイッチ60が比較的小型の磁石の使用を可能にすると共に低出力インバータの使用も可能にするので、無効電力要求に迅速に応答できるのである。したがって電力バックアップ・復旧装置20は、パルス幅変調と関連して、進みから遅れまでの無効電力支援を高感度で提供する。

【0033】波形84、88、90は、標準的な無効電力発電機の通常運転中のPWM波形である。波形84の垂直軸における線86は、標準的な無効電力発電機の動

作を通じて負荷に電力を供給するためのコンデンサバンクの電圧レベルを示す。波形88は、遅れ無効電力発電に対するPWM信号を示す。波形90は、進み無効電力発電に対するPWM信号を示す。

【0034】波形92は、超伝導誘導エネルギー蓄積装置28を使用する電力バックアップ・復旧装置20の進み無効電力発電を示す。垂直軸にエネルギー蓄積セルの電圧レベルを示す。線94は所定の電圧レベルを示す。負荷条件が変化し、さらに多くの無効電力をシステムに供給しなければならない場合、電源からの電力供給に頼る通常の無効電力発電機は、電圧波形95のパルス期間またはパルス幅を拡大することによってPWM信号を変化させる。ところが負荷の変化は、通常の無効電力発電機におけるPWMの応答時間よりも早い。一方、本発明のコンデンサバンク36の電圧は、時間98において超伝導磁石28を放電することにより、急速に増加する（線96の $V_{cap}$ ）。その結果、本発明の有効電力発電・無効電力補償装置44は、従来の無効電力発電機よりも迅速に応答する。

【0035】以上、本発明を詳細に説明してきたが、これら説明は本発明を制限するものではなく、本発明には本発明の範囲を逸脱せず多くの変更形態が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1実施例に基づく、遮断スイッチを有する並列接続超伝導電力安定化装置を示す構成図である。

【図2】3相電源から負荷に電力を提供している場合の、該電源の3相電圧波形と、該電圧波形の1つに対応する線電流波形と、1対の背向型サイリスタのゲート動作タイミングとを示す図である。

【図3】超伝導電力安定化装置から負荷と電源との両方に電力を供給している場合の、3相電源の電圧波形と、\*

\* 該電圧波形の1つに対応する線電流波形と、1対の背向型サイリスタのゲート動作タイミングとを示す図である。

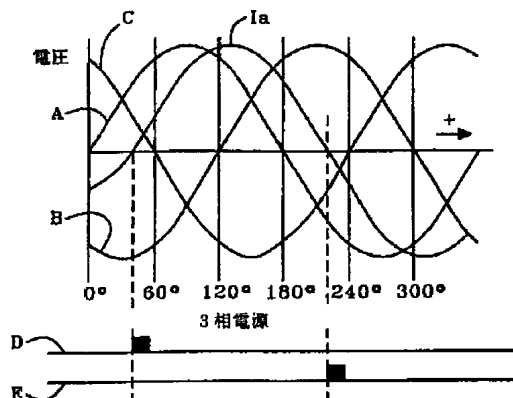
【図4】無効電力補償装置の構成図である。

【図5】超伝導電力バックアップ・復旧装置を有する場合と有しない場合とにおける、通常、進み、および遅れ動作に対する、有効電力発電・無効電力補償装置のインバータを駆動するパルス幅変調波形を示すタイミング図である。

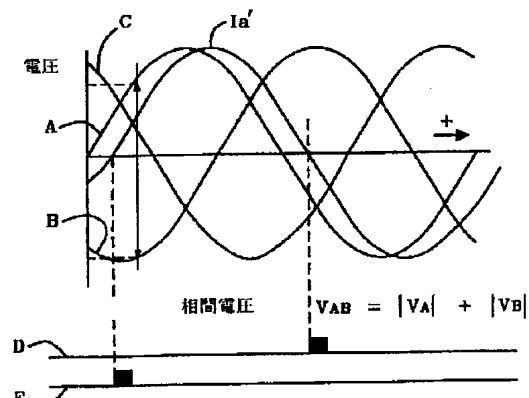
【符合の説明】

- 10…並列接続超伝導電力安定化装置
- 20…超伝導電力バックアップ・復旧装置
- 22…交直変換器
- 24…電源
- 26, 32…遮断器
- 28…超伝導誘導エネルギー蓄積装置（超伝導磁石）
- 30…水冷却冷凍器
- 34…電圧調整器
- 36…エネルギー蓄積セル
- 38…制御器
- 40, 42…出力線
- 44…有効電力発電・無効電力補償装置
- 46…制御線
- 47, 48, 49…出力線
- 50…移相変圧器
- 54…過電流防止スイッチ
- 56…保守用機械電気式バイパススイッチ
- 58…負荷
- 60…遮断スイッチ
- 62, 64, 66…第1～第3スイッチ
- 68…制御線
- 70, 72…断路器

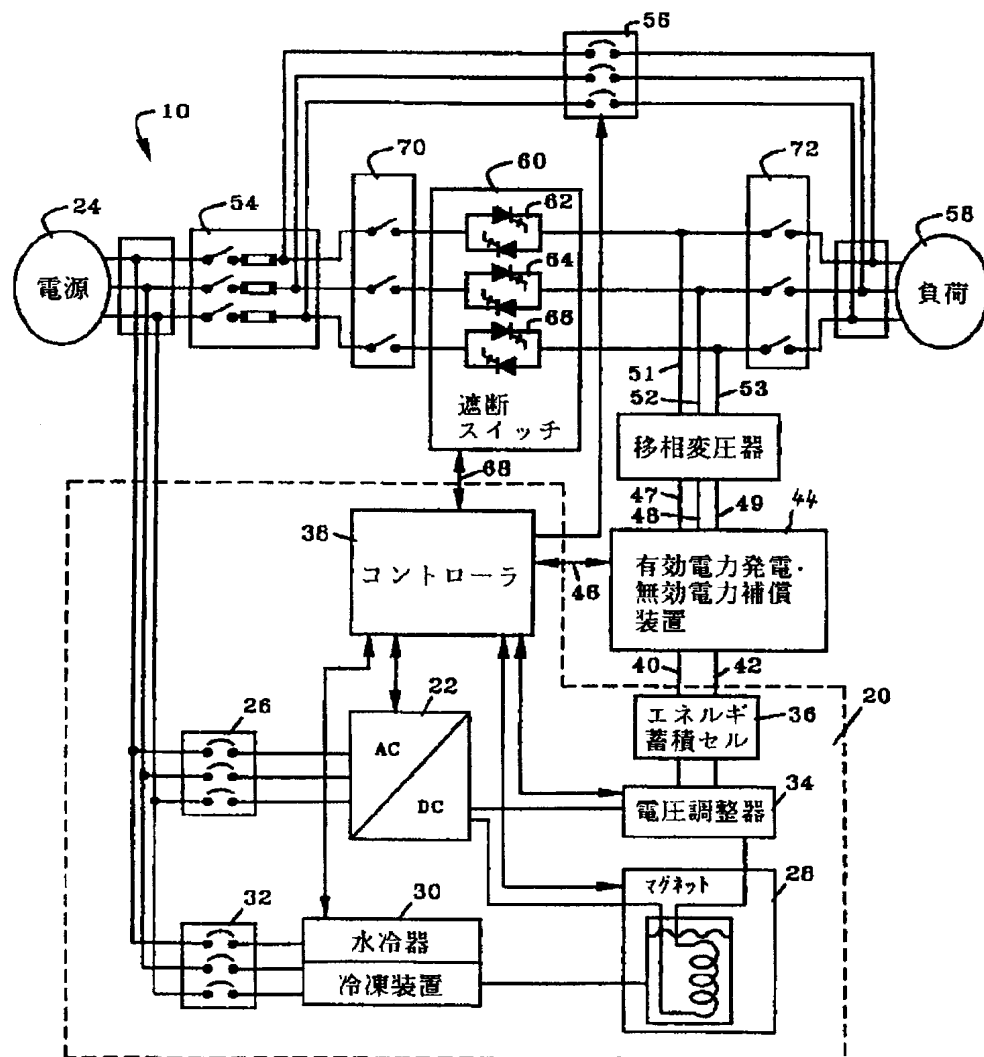
【図2】



【図3】

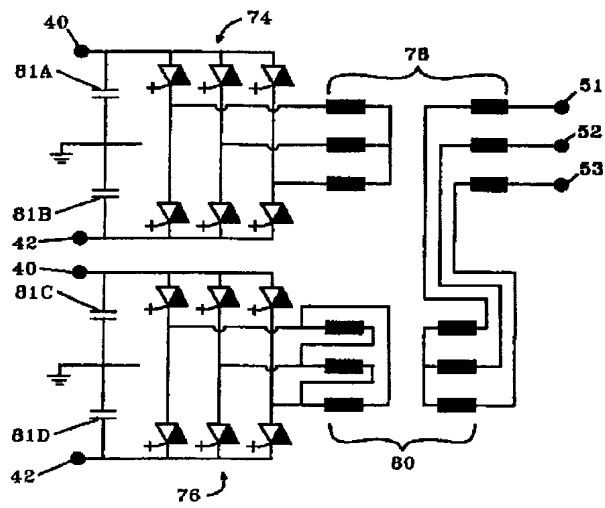


【図1】

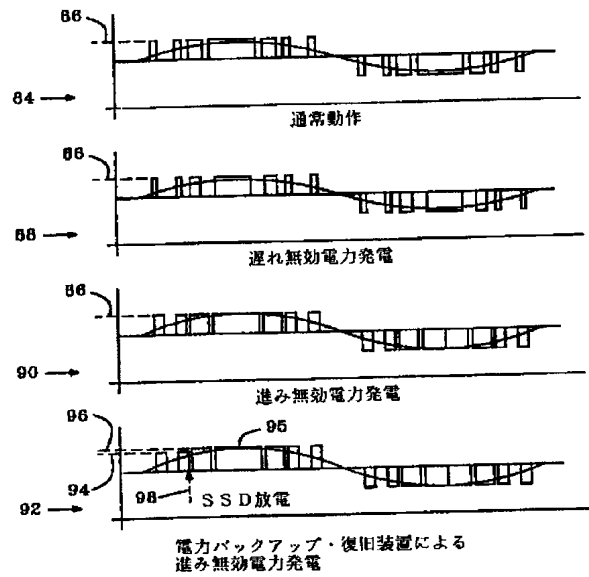




【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 カレル シー・デウィンケル  
アメリカ合衆国、ウィスコンシン、マジソ  
ン、オネイダ プレイス 725